

**NORMA Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

CUAUHTÉMOC OCHOA FERNÁNDEZ, Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales y MIKEL ANDONI ARRIOLA PEÑALOSA, Comisionado Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 32 Bis fracciones I, II, IV y 39 fracciones I y XXI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 2 fracción X, 7 fracción II, 68, 69, 70 y 78 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos; 136 fracción II, 138 fracción IV, 143 fracción IV y V, 150 fracción III y 151 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos; 17 bis, fracciones I y III, 116, 117, 118 fracciones I y VII, 280 y 282 de la Ley General de Salud; 38 fracciones II, III y VII, 40 fracciones X y XI, 41, 43, 44, 46, 47 y 51, de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 31, 33 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 8 fracción III del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; y 3 fracciones I inciso n), II y XI, 10 fracciones IV y VIII, del Reglamento de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios.

**CONSIDERANDO**

Que para dar certidumbre a la efectividad de los resultados de la remediación de sitios contaminados con hidrocarburos, el 20 de agosto de 2002 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana de Emergencia: "NOM-EM-138-ECOL-2002, Que establece los límites máximos permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos, la caracterización del sitio y procedimientos para la restauración", la cual fue prorrogada el 20 de febrero de 2003, por seis meses más. Durante el periodo de vigencia de la norma de emergencia, se integró un grupo de trabajo para elaborar la norma definitiva, la cual se publicó el 29 de marzo de 2005, con el título de "NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación".

Que la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación, inició su vigencia el 29 de mayo de 2005, y que a la fecha de su publicación no se contaba con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el cual se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el 30 de noviembre de 2006.

Que lo establecido en el TÍTULO SEXTO, REMEDIACIÓN DE SITIOS CONTAMINADOS, CAPÍTULO II, Programas de Remediación, Sección III, Estudios de Caracterización, del citado Reglamento, establece las disposiciones para llevar a cabo el procedimiento de caracterización, lo que permite eliminar dicho apartado de la norma vigente.

Que el citado Reglamento, en su artículo 138 fracción IV, establece que el estudio de caracterización contendrá el plan de muestreo que prevean las normas oficiales mexicanas, y que en la norma vigente dicho plan de muestreo se estableció de manera general, por lo que se hace necesario ampliarlo y precisarlo.

Que la norma vigente presenta, en su Anexo A, los resúmenes de los métodos analíticos que se deben utilizar para evaluar las concentraciones de hidrocarburos presentes en los suelos contaminados y que dichos resúmenes se realizaron tomando como referencia los métodos establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA), para esos propósitos, y que a la fecha se ha publicado el inicio de vigencia de cinco Normas Mexicanas sobre métodos analíticos para la determinación de hidrocarburos en suelos: la NMX-AA-134-SCFI-2006, SUELOS-HIDROCARBUROS FRACCIÓN PESADA POR EXTRACCIÓN Y GRAVIMETRÍA-MÉTODO DE PRUEBA, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de octubre de 2006; la NMX-AA-141-SCFI-2007, SUELOS-BENCENO, TOLUENO, ETILBENCENO Y XILENOS (BTEX) POR CROMATOGRFÍA DE GASES CON DETECTORES DE ESPECTROMETRÍA DE MASAS Y FOTOIONIZACIÓN - MÉTODO DE PRUEBA, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de

marzo de 2007; la NMX-AA-105-SCFI-2008, SUELOS-HIDROCARBUROS FRACCIÓN LIGERA POR CROMATOGRFÍA DE GASES CON DETECTORES DE IONIZACIÓN DE FLAMA O ESPECTROMETRÍA DE MASAS, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de marzo de 2008; la NMX-AA-145-SCFI-2008, SUELOS-HIDROCARBUROS FRACCIÓN MEDIA POR CROMATOGRFÍA DE GASES CON DETECTOR DE IONIZACIÓN DE FLAMA, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de marzo de 2009, y la NMX-AA-146-SCFI-2008, Suelos – HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAP) POR CROMATOGRFÍA DE GASES/ESPECTROMETRÍA DE MASAS (CG/EM) O CROMATOGRFÍA DE LÍQUIDOS DE ALTA RESOLUCIÓN CON DETECTORES DE FLUORESCENCIA Y ULTRAVIOLETA VISIBLE (UV-VIS) - MÉTODO DE PRUEBA, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de marzo de 2009, las cuales sustituyen a los cinco resúmenes comprendidos en el Anexo A.

Que durante los primeros cinco años de vigencia de la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, los usuarios y las autoridades la han aplicado en múltiples casos de caracterización y remediación, lo que ha permitido identificar algunas especificaciones susceptibles de mejorar.

Que el presente Proyecto de Modificación a la Norma Oficial Mexicana se sometió a consideración y fue aprobado por el Comité Consultivo Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en su Primera Sesión Extraordinaria del 2008, celebrada el 13 de noviembre de 2008, para su publicación en el Diario Oficial de la Federación, con el propósito de someterlo a consulta pública, de conformidad con el artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, a efecto de que los interesados, dentro de los 60 días naturales, contados a partir de la fecha de su publicación en el Diario Oficial de la Federación, presentasen sus comentarios ante el citado Comité, sito en Boulevard Adolfo Ruiz Cortines número 4209, quinto piso, Fraccionamiento Jardines en la Montaña, Delegación Tlalpan, código postal 14210, Distrito Federal, o en el correo electrónico alma.escamilla@semarnat.gob.mx.

Que el Proyecto de Modificación a la Norma Oficial Mexicana se publicó el 23 de agosto de 2010, en el Diario Oficial de la Federación, para consulta pública.

Que durante el plazo mencionado la Manifestación de Impacto Regulatorio a que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, estuvo a disposición del público para su consulta en el domicilio del Comité antes señalado.

Que de acuerdo a lo establecido en el artículo 47 fracciones II y III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, los interesados presentaron sus comentarios al proyecto de modificación en cuestión, los cuales fueron analizados por el citado Comité realizándose las modificaciones procedentes al proyecto, y que las respuestas a los comentarios y modificaciones antes citadas fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 3 de mayo de 2013.

Que una vez cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, para la elaboración de normas oficiales mexicanas, el Comité Consultivo Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en su Tercera Sesión Extraordinaria de 2012, aprobó para publicación definitiva la presente Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Que de conformidad con lo establecido en el artículo 28 fracción II, inciso d) del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el año de la clave cambia a 2012, debido a que el instrumento regulatorio se presentó ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para su aprobación en ese año.

Por lo expuesto y fundado, hemos tenido a bien expedir la siguiente:

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE HIDROCARBUROS EN SUELOS Y LINEAMIENTOS PARA EL MUESTREO EN LA CARACTERIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES PARA LA REMEDIACIÓN**

### Prefacio

En la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana participaron:

Dependencias del Gobierno Federal:

- Secretaría de Energía
  - Dirección General de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Medio Ambiente
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
  - Dirección General de Energía y Actividades Extractivas
  - Dirección General de Fomento Ambiental Urbano y Turístico
  - Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas
  - Dirección General del Sector Primario y Recursos Naturales Renovables
- Secretaría de Salud
  - Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
  - Subprocuraduría de Auditoría Ambiental
  - Subprocuraduría de Inspección Industrial
- Instituto Nacional de Ecología
  - Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental. Subdirección de Investigación y Caracterización Analítica de Contaminantes
- Comisión Nacional del Agua
  - Gerencia de Cuencas Transfronterizas
- Centro Nacional de Metrología
  - División de Materiales Orgánicos y Metrología de Materiales

Gobierno del Distrito Federal:

- Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal
  - Dirección General de Regulación y Vigilancia Ambiental

Empresas paraestatales:

- Comisión Federal de Electricidad
  - Gerencia de Protección Ambiental
- Ferrocarriles Nacionales de México, en Liquidación
  - Subgerencia Técnica de Protección Ambiental
- Petróleos Mexicanos

Institutos de investigación:

- Universidad Autónoma Metropolitana–Unidad Iztapalapa
  - Departamento de Hidrobiología. División de Ciencias Biológicas y de la Salud.
- Universidad Nacional Autónoma de México
  - Instituto de Geografía
  - Instituto de Ingeniería

- Instituto de Química
- Instituto Politécnico Nacional
  - Centro de Investigación y de Estudios Avanzados
- Instituto Mexicano del Petróleo

Cámaras y Asociaciones:

- Asociación Nacional de Laboratorios Ambientales, A.C.
- Asociación Nacional de la Industria Química, A.C.
- Asociación Nacional de Restauradores Ambientales, A.C.
- Cámara Nacional de la Industria de la Transformación
- Cámara Nacional del Hierro y el Acero
- Confederación Patronal de la República Mexicana
- Consejo Empresarial Gasolinero, Valle de México, A.C.
- Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A.C.
- ONEXPO Nacional, A.C.

Organismos Internacionales:

- Agencia de Cooperación Técnica Alemana-GIZ

Laboratorios y empresas consultoras:

- Control Químico Novamann Int. S.A. de C.V.
- Grupo Celanese, S. de R.L. de C.V.
- Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.
- Laboratorios ABC Química, Investigación y Análisis, S.A. de C.V.
- Laboratorio de Química del Medio Industrial, S.A. de C.V. (LAQMISA)
- Laboratório Grupo Microanálisis, S.A. de C.V.
- Laboratorio SAS, S.A. de C.V.
- Laboratorio de Análisis Químicos, CIATEC, A.C.
- Manejo Integral de Riesgos Ambientales, S.A. de C.V.
- Onsite Laboratories de México, S.A. de C.V.
- Tecnología del Ambiente, S.A. de C.V.

## ÍNDICE

0. Introducción
1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Abreviaturas
6. Límites máximos permisibles
7. Lineamientos para el plan de muestreo en la caracterización
8. Especificaciones ambientales para la remediación

9. Evaluación de la conformidad
10. Grado de concordancia con normas internacionales
11. Bibliografía
12. Observancia de esta Norma

Apéndice Informativo

## **0. Introducción**

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, establece entre sus estrategias la de promover la remediación de suelos en sitios contaminados para cumplir con el objetivo de reducir el impacto ambiental de los residuos.

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012 propone como uno de sus objetivos, consolidar el marco regulatorio y aplicar prácticas para prevenir, reducir y controlar la contaminación, hacer una gestión integral de los residuos y remediar sitios contaminados, para garantizar una adecuada calidad del aire, agua y suelo.

Para alcanzar el objetivo mencionado, el Programa establece entre sus estrategias, contar con una gestión integral y transversal que sea eficiente y eficaz para la remediación de sitios contaminados y como una de las líneas de acción, la de consolidar el marco jurídico para que se establezcan los instrumentos necesarios para la prevención, gestión, remediación y reutilización de sitios contaminados; y que permita el uso de los instrumentos económicos pertinentes para prevenir la contaminación e impulsar su remediación.

Un elemento fundamental para consolidar el marco jurídico a que hace referencia el Programa Sectorial, lo constituyen las normas oficiales mexicanas.

### **1. Objetivo**

Establecer los límites máximos permisibles de los hidrocarburos en suelos, incluidos en la TABLA 1 y los lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

### **2. Campo de aplicación**

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para quienes resulten responsables de la contaminación en suelos con los hidrocarburos incluidos en la TABLA 1.

### **3. Referencias**

NOM-021-SEMARNAT-2000, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre de 2002.

NMX-AA-134-SCFI-2006 SUELOS-HIDROCARBUROS FRACCIÓN PESADA POR EXTRACCIÓN Y GRAVIMETRÍA. MÉTODO DE PRUEBA. Publicada la Declaratoria de Vigencia en el Diario Oficial de la Federación el 12 de octubre de 2006.

NMX-AA-141-SCFI-2007 SUELOS- BENCENO, TOLUENO, ETILBENCENO Y XILENOS (BTEX) POR CROMATOGRAFÍA DE GASES CON DETECTORES DE ESPECTROMETRÍA DE MASAS Y FOTOIONIZACIÓN-MÉTODO DE PRUEBA. Publicada la Declaratoria de Vigencia en el Diario Oficial de la Federación el 1 de marzo de 2007.

NMX-AA-105-SCFI-2008 SUELOS-HIDROCARBUROS FRACCIÓN LIGERA POR CROMATOGRAFÍA DE GASES CON DETECTORES DE IONIZACIÓN DE FLAMA O ESPECTROMETRÍA DE MASAS. Publicada la Declaratoria de Vigencia en el Diario Oficial de la Federación el 14 de marzo de 2008.

NMX-AA-145-SCFI-2008 SUELOS-HIDROCARBUROS FRACCIÓN MEDIA POR CROMATOGRAFÍA DE GASES CON DETECTOR DE IONIZACIÓN DE FLAMA-MÉTODO DE PRUEBA. Publicada la Declaratoria de Vigencia en el Diario Oficial de la Federación el 26 de marzo de 2009.

NMX-AA-146-SCFI-2008 SUELOS- HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAP) POR CROMATOGRAFÍA DE GASES/ESPECTROMETRÍA DE MASAS (CG/EM) O CROMATOGRAFÍA DE LÍQUIDOS DE ALTA RESOLUCIÓN CON DETECTORES DE FLUORESCENCIA Y ULTRAVIOLETA VISIBLE

(UV-VIS) - MÉTODO DE PRUEBA. Publicada la Declaratoria de Vigencia en el Diario Oficial de la Federación el 26 de marzo de 2009.

#### **4. Definiciones**

Para los efectos de esta Norma Oficial Mexicana se consideran las definiciones contenidas en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, así como las que a continuación se mencionan.

##### **4.1 Características del sitio de muestreo**

Son aquellos elementos físicos, biológicos, geográficos y socioeconómicos de un sitio presumiblemente contaminado a considerar en la planeación y ejecución del muestreo, que representan un factor a tomar en cuenta en la determinación del número y localización de los puntos de muestreo, así como en la determinación de la extensión de la contaminación.

##### **4.2 Derrame**

Descarga, liberación, rebose o vaciamiento de hidrocarburos en el suelo.

##### **4.3 Hidrocarburos**

Compuestos químicos orgánicos, constituidos principalmente por átomos de carbono e hidrógeno.

##### **4.4 Hidrocarburos fracción ligera**

Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contengan entre cinco y diez átomos de carbono ( $C_5$  a  $C_{10}$ ).

##### **4.5 Hidrocarburos fracción media**

Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contengan entre diez y veintiocho átomos de carbono ( $C_{10}$  a  $C_{28}$ ).

##### **4.6 Hidrocarburos fracción pesada**

Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contengan entre veintiocho y cuarenta átomos de carbono ( $C_{28}$  a  $C_{40}$ ).

##### **4.7 La Secretaría**

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

##### **4.8 Laboratorio de pruebas**

Laboratorio con métodos acreditados y aprobados conforme a lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

##### **4.9 Muestra duplicada**

Muestra que es tomada del mismo punto y profundidad de muestreo bajo las mismas condiciones e inmediatamente después de la muestra original, pero de manera independiente y con la misma técnica o procedimiento de muestreo.

##### **4.10 Muestra simple**

Material colectado en un solo punto de muestreo.

##### **4.11 Muestreo dirigido**

El que se lleva a cabo sobre puntos específicamente determinados, cuando se cuenta con información previa del sitio, o es evidente la extensión de la afectación.

##### **4.12 Muestreo estadístico**

Es el realizado conforme a métodos estadísticos, que estime la incertidumbre sobre la extensión y profundidad de la afectación, con un nivel de confianza justificado.

##### **4.13 Nivel de fondo**

Concentración en el suelo de los hidrocarburos regulados, que no son atribuibles a la fuente de contaminación que se está analizando y que se encuentran de manera natural o fueron generados por alguna fuente antropogénica ajena a la considerada y que se encuentran fuera del sitio contaminado.

#### 4.14 Punto de muestreo

Es el lugar específico donde se toma la muestra.

#### 4.15 Sitio de muestreo

Es el área presumiblemente contaminada a muestrear.

#### 4.16 Suelo

Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad.

#### 4.17 Suelo contaminado con hidrocarburos

Aquel en el cual se encuentran presentes los hidrocarburos incluidos en la TABLA 1, en una concentración mayor a los límites máximos permisibles establecidos en las TABLAS 2 y 3.

### 5. Abreviaturas

#### 5.1 BTEX

B, benceno; T, tolueno; E, etilbenceno; X, xilenos (suma de isómeros orto-, meta y para-)

#### 5.2 HAP

Hidrocarburos aromáticos policíclicos o polinucleares

#### 5.3 LMP

Límites Máximos Permisibles

#### 5.4 PTFE

Politetrafluoretileno

### 6. Límites máximos permisibles

6.1 Los productos asociados a los derrames de hidrocarburos, para los que se establecen límites máximos permisibles de contaminación en suelos, se enlistan en la TABLA 1.

**TABLA 1.- Hidrocarburos que deberán analizarse en función del producto contaminante**

PRODUCTO CONTAMINANTE	HIDROCARBUROS				
	FRACCIÓN PESADA	FRACCIÓN MEDIA	HAP	FRACCIÓN LIGERA	BTEX
Mezcla de productos desconocidos derivados del petróleo	X	X	X	X	X
Petróleo crudo	X	X	X	X	X
Combustóleo	X		X		
Parafinas	X		X		
Petrolatos	X		X		
Aceites derivados del petróleo	X		X		
Gasóleo		X	X		
Diesel		X	X		
Turbosina		X	X		

Queroseno		X	X		
Creosota		X	X		
Gasavión				X	X
Gasolvente				X	X
Gasolinas				X	X
Gas nafta				X	X

6.2 Los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos se presentan en las tablas 2 y 3.

**TABLA 2.- Límites máximos permisibles para fracciones de hidrocarburos en suelo**

FRACCIÓN DE HIDROCARBUROS	USO DE SUELO PREDOMINANTE (mg/kg BASE SECA)			MÉTODO ANALÍTICO
	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación	Residencial y recreativo	Industrial y comercial	
<b>Ligera</b>	200	200	500	NMX-AA-105-SCFI-2008
<b>Media</b>	1 200	1 200	5 000	NMX-AA-145-SCFI-2008
<b>Pesada</b>	3 000	3 000	6 000	NMX-AA-134-SCFI-2006

**NOTA 1:**

1. Para usos de suelo mixto, deberá aplicarse el límite máximo permisible más estricto, para los usos de suelo involucrados.

**TABLA 3.- Límites máximos permisibles para hidrocarburos específicos en suelo**

HIDROCARBUROS ESPECÍFICOS	USO DE SUELO PREDOMINANTE (mg/kg BASE SECA)			MÉTODO ANALÍTICO
	Agrícola, forestal, pecuario y de conservación	Residencial y recreativo	Industrial y comercial	
Benceno	6	6	15	NMX-AA-141-SCFI-2007
Tolueno	40	40	100	NMX-AA-141-SCFI-2007
Etilbenceno	10	10	25	NMX-AA-141-SCFI-2007
Xilenos (suma de isómeros)	40	40	100	NMX-AA-141-SCFI-2007
Benzo[a]pireno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008
Dibenzo[a,h]antraceno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008
Benzo[a]antraceno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008
Benzo[b]fluoranteno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008
Benzo[k]fluoranteno	8	8	80	NMX-AA-146-SCFI-2008
Indeno (1,2,3-cd)pireno	2	2	10	NMX-AA-146-SCFI-2008

**NOTA 2:**

1. Para usos de suelo mixto deberá aplicarse el límite máximo permisible más estricto, para los usos de suelo involucrados.

**7. Lineamientos para el plan de muestreo en la caracterización**



En caso de derrames o fugas, la caracterización se debe realizar después de haber tomado las medidas de urgente aplicación.

Para ayudar a la comprensión de los numerales de este apartado, se incluye el DIAGRAMA GENERAL DE MUESTREO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE UN SITIO CONTAMINADO, en el APÉNDICE INFORMATIVO.

**7.1** El plan de muestreo debe ser elaborado por el responsable de la contaminación o por el responsable técnico y contendrá lo siguiente:

**7.1.1** El objetivo

**7.1.2** El lugar y la fecha de elaboración

**7.1.3** El nombre y la firma de los responsables de su elaboración

**7.1.4** La descripción de actividades y los tiempos de ejecución

**7.1.5** La definición de las responsabilidades del personal involucrado en cada actividad

**7.1.6** Las características del sitio de muestreo consideradas para la planeación del muestreo

**7.1.7** La superficie del polígono del sitio

**7.1.8** La superficie de la zona o zonas de muestreo

**7.1.9** Los hidrocarburos a analizar en función del contaminante (TABLA 1 de la norma)

**7.1.10** El método bajo el cual se diseñó el plan de muestreo (dirigido, estadístico o una combinación de ambos)

**7.1.11** El tipo de muestreo (aleatorio, aleatorio simple, sistemático, estratificado, entre otros)

**7.1.12** El número de puntos de muestreo, el número de muestras incluyendo las muestras para el aseguramiento de la calidad y su volumen

**7.1.13** La justificación para la ubicación de los puntos de muestreo y para la profundidad de la perforación, los criterios utilizados y la selección de la técnica de muestreo (manual o mecánica)

**7.1.14** Los planos georreferenciados en coordenadas UTM, tamaño del plano mínimo 60 cm x 90 cm, en los cuales se indique la superficie del polígono del sitio, la ubicación de puntos de muestreo, las vías de acceso al sitio, así como edificaciones y estructuras en el sitio

**7.1.15** El equipo de muestreo a utilizar

**7.1.16** El procedimiento de lavado del equipo

**7.1.17** Los tipos de recipientes, la identificación, la preservación y el transporte de las muestras

**7.1.18** Las medidas y equipo de seguridad

**7.1.19** Las medidas de aseguramiento de la calidad del muestreo incluyendo la cadena de custodia

**7.1.20** El procedimiento para el registro de incidencias y desviaciones al plan de muestreo

**7.1.21** La recopilación de los antecedentes históricos sobre las actividades y sucesos que originaron la posible contaminación, cuando se trate de un pasivo ambiental

**7.1.22** Los elementos geológicos e hidrogeológicos del sitio, cuando se trate de pasivos ambientales, y el caso lo amerite

**7.2** Lineamientos para el muestreo.

**7.2.1** Se debe aplicar el método de muestreo (dirigido, estadístico o una combinación de ambos) que permita delimitar la distribución horizontal y vertical de los contaminantes en el suelo.

**7.2.2** Se debe tomar como mínimo el número de puntos de muestreo en superficie establecidos en la TABLA 4.

**7.2.3** La selección de los puntos de muestreo debe considerar las características del sitio.

**TABLA 4.- Número mínimo de puntos de muestreo de acuerdo con el área contaminada**

<b>ÁREA CONTAMINADA (ha)</b>	<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>
<b>Hasta</b>	
0.1	4
0.2	8
0.3	12
0.4	14
0.5	15
0.6	16
0.7	17
0.8	18
0.9	19
1.0	20
2.0	25
3.0	27
4.0	30
5.0	33
10.0	38
15.0	40
20.0	45
30.0	50
40.0	53
50.0	55
100.0	60

**7.2.4** La toma de muestras se debe apegar al plan de muestreo elaborado, las desviaciones al mismo se deben justificar y documentar.

**7.2.5** Las muestras de suelo deben ser simples.

**7.2.6** En el muestreo estadístico no se debe tomar muestras en los mismos puntos que los utilizados en el muestreo dirigido.

**7.2.7** Evitar el uso de fluidos de perforación y la utilización de equipos y recipientes que ocasionen la pérdida de hidrocarburos volátiles y la contaminación cruzada.

**7.2.8** Como una medida de aseguramiento de calidad, se coleccionará y analizará una muestra duplicada de campo por cada diez muestras tomadas. Para superficies menores a 0.3 ha, también se debe coleccionar como mínimo una muestra duplicada de campo.

**7.2.9** En los casos en que se sospeche la presencia de hidrocarburos ajenos al problema de contaminación que se esté evaluando, se podrán tomar muestras que sirvan para establecer niveles de fondo.

**7.2.10** Cuando se pueda recuperar una muestra de un producto contaminante desconocido, debe entregarse al laboratorio para su identificación.

**7.3** Especificaciones sobre la integridad, identificación y manejo de las muestras.

**7.3.1** Para seleccionar el recipiente apropiado deben observarse las especificaciones contenidas en la TABLA 5 de esta norma.

**7.3.2** Los recipientes deben ser nuevos o libres de contaminantes.

**7.3.3** Cuando se requiera analizar hidrocarburos de fracción ligera y BTEX, la muestra debe tomarse de preferencia en recipientes independientes.

**7.3.3.1** Cuando se tengan que utilizar frascos, se deberán tomar las muestras de tal manera que el frasco sea llenado al tope o a la capacidad total del recipiente, sin dejar espacio.

**TABLA 5.- Recipientes para las muestras, temperatura de preservación y tiempo máximo de conservación por tipo de parámetro**

PARÁMETRO	TIPO DE RECIPIENTE	TEMPERATURA DE PRESERVACIÓN (°C)	TIEMPO MÁXIMO DE CONSERVACIÓN (DÍAS)
Hidrocarburos Fracción Ligera	Cartucho con contratapa o sello de PTFE, que asegure la integridad de las muestras hasta su análisis	4	14
BTEX		4	14
Hidrocarburos Fracción Media	Frasco de vidrio boca ancha, con contratapa o sello de PTFE, o Cartucho con sello que asegure la integridad de las muestras hasta su análisis	4	14
Hidrocarburos Fracción Pesada		4	14
HAP		4	14

**Nota 3:**

1. El tiempo máximo de conservación se refiere al lapso que no debe ser excedido desde que se toma la muestra hasta que se realiza la extracción del analito de interés (para el caso de HAP e HFM) o del análisis del mismo (para el caso de HFP, BTEX e HFL).

2. Para el caso de los HAP, las muestras deben protegerse de los efectos de la luz solar mediante algún tipo de envoltura opaca.

3. Cuando la consistencia de la muestra no permita el uso de cartucho, se permitirá el uso de frascos de vidrio de boca ancha, con contratapa o sello de PTFE.

**7.3.4** Los recipientes con muestras deben ser sellados y etiquetados inmediatamente después de haber sido tomada la muestra y entregados para su análisis a un laboratorio de pruebas acreditado y aprobado en los términos de lo establecido en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

**7.3.4.1** No se debe analizar muestras cuyos sellos hayan sido violados.

**7.3.4.2** Todos los sellos deben contar con el número o clave única de la muestra.

**7.3.4.3** Todas las etiquetas deben contar con la siguiente información como mínimo: fecha y hora en que se tomó la muestra, número o clave única, la cual debe ser la misma que la del sello de la muestra y las iniciales de la persona que tomó las muestras, las cuales deben coincidir con los datos asentados en la cadena de custodia.

**7.4** La cadena de custodia debe contener como mínimo la siguiente información:

**7.4.1** El nombre de la empresa y responsable del muestreo.

**7.4.2** Los datos de identificación del sitio de muestreo.

**7.4.3** La fecha y hora en que se tomó la muestra y el nombre completo y las iniciales de la persona que la tomó.

**7.4.4** El número o clave única de cada muestra.

**7.4.5** Nombre del laboratorio que recibe las muestras.

**7.4.6** Las determinaciones analíticas requeridas para cada muestra.

**7.4.7** El número de envases consignados.

**7.4.8** La identificación de las personas que participan en las operaciones de entrega y recepción en cada una de las etapas de transporte, incluyendo fecha, hora y firma de los participantes.

**7.4.9** La temperatura y condiciones de preservación en las que se reciben las muestras.

**7.4.10** Observaciones.

## **8. Especificaciones ambientales para la remediación.**

**8.1** En el caso de que la concentración de hidrocarburos en todas las muestras de suelo analizadas durante la caracterización sean iguales o menores a los límites máximos permisibles de contaminación establecidos en las TABLAS 2 y 3 del capítulo 6 de esta norma, no serán necesarios los trabajos de remediación.

**8.2** Todo aquel suelo que durante la caracterización haya presentado concentraciones de hidrocarburos por arriba de los límites máximos permisibles de contaminación establecidos en las TABLAS 2 y 3 del capítulo 6 de esta norma, debe ser remediado.

**8.2.1** La remediación del suelo se efectuará hasta alcanzar los límites máximos permisibles establecidos en esta norma o hasta cumplir con las acciones y niveles específicos de remediación producto del estudio de evaluación de riesgo ambiental, que en su caso se realice.

**8.3** Durante la remediación se debe tomar en cuenta lo establecido en la legislación vigente.

**8.3.1** No se deben generar mayores alteraciones ambientales que las producidas por el suceso que provocó la contaminación.

**8.3.2** Sólo se permite la adición de materia orgánica como co-sustrato cuando esta técnica haya sido incluida en la propuesta de remediación evaluada y aprobada por la Secretaría.

**8.3.3** Se permite el uso de nutrientes, fertilizantes, surfactantes, microorganismos, enzimas o formulaciones químicas que hayan sido incluidos en la propuesta de remediación evaluada y aprobada por la Secretaría.

**8.3.4** Cuando las técnicas o procesos de remediación incluidas en la propuesta de remediación, evaluada y aprobada por la Secretaría, modifiquen el pH del suelo, se debe garantizar al final de la remediación que éste sea similar al de la zona aledaña.

**8.4** En el caso de que los niveles de fondo de hidrocarburos sean mayores a los límites máximos permisibles de contaminación establecidos en las TABLAS 2 y 3 del capítulo 6 de esta norma, los trabajos de remediación serán realizados hasta alcanzar estos niveles de fondo, siempre y cuando estén incluidos en la propuesta de remediación evaluada y aprobada por la Secretaría.

## **9. Evaluación de la conformidad.**

**9.1** El procedimiento de evaluación de la conformidad podrá llevarse a cabo a solicitud de parte, por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) o por las unidades de verificación, acreditadas por la Entidad de Acreditación, y aprobadas por la PROFEPA, quienes emitirán un dictamen donde establezcan el grado de cumplimiento de la presente norma.

**9.1.1** Cuando el responsable de la contaminación haya optado por establecer los niveles de remediación específicos con base en un estudio de evaluación de riesgo ambiental, la Secretaría de Salud, en su ámbito de competencia, emitirá su opinión técnica, únicamente, sobre lo concerniente al riesgo a la salud humana como receptora de la contaminación.

**9.2** Durante la visita de evaluación, la unidad de verificación comprobará el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma, por medio de las determinaciones analíticas realizadas por laboratorios de pruebas, bitácoras, planos, fotografías y verificación ocular.

**9.2.1** La Secretaría sólo reconocerá las determinaciones que hayan sido analizadas por un laboratorio de pruebas acreditado y aprobado conforme a las disposiciones legales aplicables y de acuerdo a los métodos analíticos establecidos en las normas mexicanas: la NMX-AA-134-SCFI-2006, SUELOS-HIDROCARBUROS FRACCIÓN PESADA POR EXTRACCIÓN Y GRAVIMETRÍA-MÉTODO DE PRUEBA, la NMX-AA-141-SCFI-2007, SUELOS- BENCENO, TOLUENO, ETILBENCENO Y XILENOS (BTEX) POR CROMATOGRAFÍA DE GASES CON DETECTORES DE ESPECTROMETRÍA DE MASAS Y FOTOIONIZACIÓN-MÉTODO DE PRUEBA, la NMX-AA-105-SCFI-2008, SUELOS-HIDROCARBUROS FRACCIÓN LIGERA POR CROMATOGRAFÍA DE GASES CON DETECTORES DE IONIZACIÓN DE FLAMA O ESPECTROMETRÍA DE MASAS, la NMX-AA-145-SCFI-2008, SUELOS-HIDROCARBUROS FRACCIÓN MEDIA POR CROMATOGRAFÍA DE GASES CON DETECTOR DE IONIZACIÓN DE FLAMA-MÉTODO DE PRUEBA, y la NMX-146-SCFI-2008, SUELOS-HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAP) POR CROMATOGRAFÍA DE GASES/ESPECTROMETRÍA DE MASAS (CG/EM) O CROMATOGRAFÍA DE LÍQUIDOS DE ALTA RESOLUCIÓN CON DETECTORES DE FLUORESCENCIA Y ULTRAVIOLETA VISIBLE (UV-VIS)- MÉTODO DE PRUEBA.

#### **10. Grado de concordancia con normas internacionales.**

**10.1** Esta norma no coincide con ninguna norma internacional por no existir alguna que integre las disposiciones técnicas y de procedimientos que establece.

#### **11. Bibliografía**

- a) Ley de Aguas Nacionales. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de diciembre de 1992.
- b) Ley General de Salud. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de febrero de 1984.
- c) Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de enero de 1988.
- d) Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de agosto de 2003.
- e) Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de enero de 1994.
- f) Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006.
- g) NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de junio de 2006.
- h) NOM-EM-138-ECOL-2002, Que establece los límites máximos permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos, la caracterización del sitio y procedimientos para la restauración. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 20 de agosto de 2002.
- i) Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de Norteamérica. Metas Preliminares para la Región 9. 2004. (Título original: U.S.A Environmental Protection Agency. Region 9. Superfund. Preliminary Remediation Goals. 2004).

- j) AIMTech. Criterios de Limpieza y Procedimientos para la Remediación de Suelos Contaminados con Hidrocarburos. Estudio elaborado por encargo de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Oak Ridge Tennessee-México, D.F. Agosto, 2000. (Título original: Advanced Infrastructure Management Technologies. Soil Clean-Up Criteria and Procedures for the Restoration of Hydrocarbon-Contaminated Soils. Submitted to Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Oak Ridge Tennessee-México, D.F. August, 2000).
- k) AIMTech. Procedimientos para el Análisis de Laboratorio de Muestras de Hidrocarburos en Términos de Fracciones de Carbono. Estudio elaborado por encargo de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Oak Ridge Tennessee-México, D.F. Agosto, 2000. (Título original: Advanced Infrastructure Management Technologies. Procedures for the Laboratory Analysis of Hydrocarbon Samples in Terms of Carbon Fractions. Submitted to Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Oak Ridge Tennessee-México, D.F. August, 2000).
- l) Consejo Canadiense de Ministros de Medio Ambiente. Normas sobre hidrocarburos del petróleo (PHCs) en suelos, para todo Canadá. Winnipeg, Canadá. Abril, mayo 2001 (Título original: Canadian Council of Ministers of the Environment. Canada-wide standards for petroleum hydrocarbons (PHCs) in soil. Winnipeg, April, May 2001, Canada).
- m) Consejo Consultivo para la Investigación Ambiental de la Asociación Canadiense de Petróleo. Niveles ambientalmente aceptables para hidrocarburos residuales de petróleo en suelo. Canadá. enero, 2001. (Título original: Environmental Research Advisory Council of the Canadian Association of Petroleum. Environmentally acceptable endpoints for residual petroleum hydrocarbons in soil. Canada. January 2001).
- n) Consejo Nacional Australiano para la Protección del Medio Ambiente. Lineamientos en la investigación de niveles para suelos y agua subterránea. Australia, 1999. (Título original: Australian National Environment Protection Council. Guideline on the investigation levels for soil and Groundwater. Australia, 1999).
- o) ICF KAISER Servicios Ambientales S.A. de C.V. Análisis de Riesgo. Área de Taller y Zona de Abastos de Ferrocarriles Nacionales de México en San Luis Potosí. Preparado para el Comité de Protección al Ambiente de Ferrocarriles Nacionales de México. Diciembre de 1995.
- p) Grupo de Trabajo PROFEPA-SEMARNAT. Procedimiento para Atención de Emergencias Ambientales Asociadas con Sustancias Químicas. Caracterización y Restauración de Suelos. Documento Interno. México, mayo de 2002.
- q) Grupo de Trabajo para Establecer Criterios sobre Hidrocarburos Totales del Petróleo. Análisis de Hidrocarburos de Petróleo en el Medio Ambiente (Volumen 1). Amherst Scientific Publishers. Amherst, Massachusetts. 1998. (Título original: Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group Series. Analysis of Petroleum Hydrocarbons in Environmental Media (Volume 1). Amherst Scientific Publishers. Amherst, Massachusetts. 1998).
- r) Grupo de Trabajo para Establecer Criterios sobre Hidrocarburos Totales del Petróleo. La Composición de Mezclas de Hidrocarburos de Petróleo. Volumen 2. Amherst Scientific Publishers. Amherst, Massachusetts. 1997. (Título original: Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group Series. Composition of Petroleum Mixtures. Volume 2. Amherst Scientific Publishers. Amherst, Massachusetts. 1997).
- s) Grupo de Trabajo para Establecer Criterios sobre Hidrocarburos Totales del Petróleo. Selección de Fracciones Representativas de HTP Basada en Consideraciones de Transporte y Destino. Volumen 3. Amherst Scientific Publishers. Amherst, Massachusetts. 1997. (Título original: Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group Series. Selection of Representative TPH Fractions Based on Fate and Transport Considerations. Volume 3. Amherst Scientific Publishers. Amherst, Massachusetts. 1997).

- t) Grupo de Trabajo para Establecer Criterios sobre Hidrocarburos Totales del Petróleo. Desarrollo de Dosis de Referencia de Fracciones Específicas (RfDs) y Concentraciones de Referencia (RfCs). Volumen 4. Amherst Scientific Publishers. Amherst, Massachusetts. 1997. (Título original: Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group Series. Development of Fraction Specific Reference Doses (RfDs) and Reference Concentrations (RfCs) for Total Hydrocarbons (TPH). Volume 4. Amherst Scientific Publishers. Amherst, Massachusetts. 1997).
- u) Grupo de Trabajo para establecer Criterios sobre Hidrocarburos Totales del Petróleo. Riesgos a la Salud Humana. Evaluación Basada en Sitios Contaminados de Petróleo. Implementación del Enfoque del Grupo de Trabajo. Volumen 5. Amherst Scientific Publishers. Amherst, Massachusetts, 1999. (Título original: Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group Series. Human Health Risk- Based Evaluation of Petroleum Contaminated Sites: Implementation of the Working Group Approach. Volume 5. Amherst Scientific Publishers. Amherst, Massachusetts, 1999).
- v) Lineamientos para la Remediación de Sitios Contaminados con Hidrocarburos. Canadá, 1999. (Título original: Petroleum Contaminated Site Remediation Guideline. Canadá, 1999).
- w) Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados. Ecuador, 2003.
- x) Saval, Susana. Remediación y restauración. Pemex Ambiente y Energía. Los Retos del Futuro. UNAM/ Petróleos Mexicanos. México, 1995. Págs.151-189.
- y) Saval, Susana. La Biorremediación como alternativa para la limpieza de sitios contaminados con hidrocarburos. En Memorias del Seminario Internacional sobre Restauración de Sitios Contaminados. Instituto Nacional de Ecología. México, 26 al 29 de mayo, México. 1997. Págs. 141-147.
- z) Saval, Susana. Éxitos y fracasos de la remediación de suelos. Conservación y Restauración de Suelos. UNAM, PUMA, SEMARNAP, Editores: Christina Siebe, et al., México, 1999. Págs. 511-526.
- aa) Seoanez Calvo, Mariano. El gran Mundi-diccionario del medio ambiente y la contaminación Reusa/Coediciones. México, 1997.
- bb) Seoanez Calvo, Mariano, et al. Contaminación del suelo: estudios, tratamiento y gestión. Editorial Mundi-Prensa, Barcelona. 1996.
- cc) Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, con la colaboración del Instituto para la Educación y Desarrollo de Tecnología, Oak Ridge, Tennessee. Comentarios a la Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-138-ECOL-2002 y Recomendaciones para su Mejoramiento. Estudio elaborado por encargo de PEMEX- Exploración y Producción. México 2003. 109 p. 4 Anexos.

## 12. Observancia de esta Norma

La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. El personal de la Secretaría realizará los trabajos de inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos establecidos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y su Reglamento, y demás disposiciones jurídicas aplicables.

## TRANSITORIO

**PRIMERO.-** La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor 60 días después de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

México, Distrito Federal, a los ocho días del mes de mayo de dos mil trece.- El Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, **Cuauhtémoc Ochoa Fernández.-** Rúbrica.- El Comisionado Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización, Regulación y Fomento Sanitario, **Mikel Andoni Arriola Peñalosa.-** Rúbrica.

APÉNDICE INFORMATIVO  
DIAGRAMA GENERAL DE MUESTREO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE UN SITIO  
CONTAMINADO





